

Opinnäytetyö

Harri Kivikangas

TOIMISTO- JA VALVOMORAKENNUKSEN AUTOMAATION SUUNNITTELU JA TOTEUTUS

Tampereella 1. kesäkuuta 2009

Harri Kivikangas

Työn valvoja

Diplomi-insinööri Veijo Piikkilä

Työn teettäjä

TriControl Oy, Ins. Tommi Saarela

Tampere 2009

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Sähkötekniikan koulutusohjelma

Automaatiotekniikka

Harri Kivikangas

Tutkintotyö

Työn ohjaaja

Työn teettäjä

Kesäkuu 2009

Hakusanat

Toimistotilojen rakennusautomaation suunnittelu ja toteutus

24 sivua 18 liitesivua

Diplomi-insinööri Veijo Piikkilä

TrioControl Oy, Ins. Tommi Saarela

Rakennusautomaatio

TIIVISTELMÄ

Työn tarkoituksena oli suunnitella ja toteuttaa UPM-Kymmene OY, Tervasaaren yksikön PK3-valvomon muuttoon liittyvä toimistorakennuksen ilmastoinnin automaatiikka. Toimistorakennuksessa on ensimmäisessä vaiheessa otettu käyttöön neljäs ja viides kerros. Kolmas kerros otetaan käyttöön myöhemmin omana projektinaan. Viidennessä kerroksessa on PK3:n valvomo, neuvottelu- ja toimistohuoneita sekä kahvihuone. Neljännessä kerroksessa on neuvottelu- ja toimistohuoneita.

Urakkaraja oli määritelty siten, että automaatiourakoitsijalle kuului automatiikan suunnittelu ja toteutus. LVI-suunnitelmat, joiden pohjalta automaatio on suunniteltu, oli jo tehty ja tilaajalla hyväksytetty. Sähkö- ja LVI-urakat olivat omina urakoinaan. Tilaaja oli itse tilannut mm. ilmanvaihtokoneikot suoraan valmistajan tehtaalta, joten niitä ei sisällytetty urakkaan.

Työ tehtiin TrioControl Oy:n laatujärjestelmää noudattaen ja tilaajan toiveiden mukaisesti. Työn tuloksena saatiin tilaajan toiveiden mukaisesti toimiva laitos.

TAMPERE UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Electric engineering

Automation engineering

Harri Kivikangas

Planning and execution of building automation in office building

Thesis

24 pages 18 appendices

Thesis Supervisor

Veijo Piikkilä (MSc)

Commissioning Company

TrioControl Oy, Tommi Saarela (BSc)

June 2009

Keywords

building automation

ABSTRACT

The purpose of this work was to design building automation to office building concerning the move of UPM-Kymmene OY, Tervasaari PK3-control room. The office building was utilized from fourth to fifth floor. The third floor will be utilized later as a separate project. There are PK3-control room, conference and office rooms and a coffee lounge at the fifth floor. The conference and office rooms are situated also to the fourth floor.

Designing and execution of building automation was designated to automation contractor by contract. Automation was designed based on HVAC plans and the plans were already made and the customer had accepted them. Electric and HVAC contracts were as separate contracts. The customer had ordered among others things air-conditioning devices direct from manufacturer so they weren't included to the contract.

The work was made pursuing TrioControl Oy's quality regime and considering orderer's requests. Result was facility which worked as the customer ordered.

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

SISÄLLYSLUETTELO	4
LYHENTEET JA MERKKIEN SELITYKSET	5
1. JOHDANTO	6
2. SUUNNITTELUVAIHE	7
2.2 PROSESSIKAAVIOT JA TOIMINTASELOSTUKSET	7
2.2 PISTEKOKONAISUUDEN MÄÄRITTÄMINEN JA LAITEVALINNAT	10
3. TOTEUTUSVAIHE	11
3.1 PISTELUETTELOT JA KYTKENTÄKUVAT	12
3.2 VAK	14
3.3 ALAKESKUSOHJELMA	15
3.4 LAITEASENNUKSET JA KYTKENNÄT	17
4. PROJEKTIN LUOVUTUS	18
4.1 TOIMINTAKOKEET	18
4.2 LAITOKSEN KÄYTTÖÖNOTTO	20
4.3 LUOVUTUSMATERIAALI	20
4.4 LUOVUTUS	21
5. TULOKSET	22
LIITTEET	24

LYHENTEET JA MERKKIEN SELITYKSET

VAK	Säätölaitekotelo
AI	Analoginen sisäänmeno
DI	Digitaalinen sisäänmeno
AO	Analoginen ulostulo
DO	Digitaalinen ulostulo
I/O	Sisäänmenot ja ulostulot, rauta
LVI	Lämpö, vesi ja ilma
IV	Ilmanvaihto
TK	Tuloilmakoneikko
IQ2	2. sukupolven alakeskus
IQ3	3. sukupolven alakeskus

1. JOHDANTO

Tutkintotyön aiheena on rakennusautomaation suunnittelu ja -projektin toteutus. Työn aihe kehittyi asiakkaan tiedusteluihin perustuen. TrioControl Oy oli tehnyt yhteistyötä UPM-Kymmene OY, Tervasaaren yksikön kanssa ja useamman urakan yhteydessä. Tämän pohjalta heiltä tuli tiedustelu mahdollisuudesta, että TrioControl Oy, hoitaisi normaalin automatiourakan lisäksi automaation suunnittelun. Keskusteluissa toimitusjohtaja Tommi Saarelan kanssa totesimme että kyseinen projekti voisi olla tutkintotyön aiheena. Projektin toteutus ajoittui vuoden 2007 kesästä vuoden 2008 alkukevääseen.

Tommi Saarelan kanssa sovittiin, että vastuullani olisi automaation suunnittelu ja projektin toteutus, joihin kuuluivat suunnitelmien laatiminen ja hyväksyttäminen sekä dokumentoinnin, ohjelmoinnin ja www-käyttöliittymän toteutus.

Työn tavoitteina oli vertailla vanhan ja uuden alakeskusversion eroja ja määritellä kumpi laiteversio on edullisempi vaihtoehto sekä tutustua suunnitteluprosessiin ja projektin kulkuun.

2. SUUNNITTELUVAIHE

Asiakkaan tarveselvittely ja LVI-suunnittelu oli tehty ennen projektin automaatio-suunnittelua. Tämän vuoksi eri tilojen ilmastoinnin ja lämmityksen tavat ja muodot oli LVI-suunnittelija määritellyt melkein kokonaan. Suurin vaikutus automaation suunnittelussa oli IV-laitteiden valinnoilla. Esimerkkinä mainittakoon eri tiloihin vaikuttaviin IV-kanaviin sijoitetut ilmamääräsäätimet, joihin asetellaan tilan minimi- ja maksimi-ilmamäärät ja jolla vastaavasti säädetään ilmamäärää joko CO²-pitoisuuden tai lämpötilan mukaan. Tässä vaiheessa suunnitteluun vaikuttivat lähinnä prosessien ja tilojen hallinta- ja säätöominaisuudet.

2.2 PROSESSIKAAVIOT JA TOIMINTASELOSTUKSET

MERKKISTANDARDI

Kaavioissa on käytetty SFS-ISO 14617 -standardin mukaisia piirrosmerkkejä.

IV-verkosto

Projektissa oleva tulokoneen lämpöpatterille johtava lämpöverkko poikkeaa normaalista IV-verkostosta, minkä takia suunnittelussa oli otettava huomioon normaalien suojausmenetelmien lisäksi muut vikatilanteet, joita voi ilmetä.

Normaalissa kaukolämpöverkkoon kytketyssä IV-verkostossa vesi kiertää verkostossa jatkuvasti ja siitä otetaan lämpöä tarvittaessa, samalla voidaan huolehtia siitä, että kaukolämpöverkon lämpötila pysyy vakioarvoissaan. Tällöin säädetään IV-verkoston menoveden lämpötilaa, joka saa asetuksen ulkolämpötilakompensoinnin avulla.

Kyseisessä projektissa kaukolämpöverkon tilalla oli aluelämpöverkko, joka saa energiansa tehtaan omasta lämpölaitoksesta. Tämän lisäksi varsinaista IV-verkostoa ei ole, vaan lämpö ajetaan suoraan vaihtimelta lämmityspatterille ja säätöventtiili on aluelämpöverkoston puolella. Lämmityspatterin läpi ajetaan jatkuvasti vakiovirtausta kiertopumpulla. Tällöin IV-verkoston menoveden lämpötilaa ei erikseen säädetä vaan

lämpöä otetaan tarpeen mukaan. Poikkeuksellinen lämmönjakoperiaate aiheutti normaalista poikkeavia vikatilanteita, joita ovat mm. aluelämmön alasajo, pumpun, venttiilin tai venttiilimoottorin vioittuminen ja nesteenkiertohäiriö patterissa. Nämä vikatilanteet oli otettava huomioon suunnittelussa.

Toimenpiteitä olivat mm. lämmityspatterille kiertävän veden korvaaminen 10-prosenttisella glykoli-seoksella. Lisäksi säätöpiiriin lisättiin ennakoivia säätöjä ja lämpötilarajoja niin aluelämpöverkoston kuin patterille johtavan verkoston puolelle /1//7/. Lämpöpiirin PI-kaavio ja toimintaselostus on kokonaisuudessaan liitteessä 1 sivut 1 - 2.

Tuloilmakone TK01

Toimistotiloja palvelee yksi ilmanvaihtokoneikko, jossa on taajuusmuuttajaohjatut tulo- ja poistokone, lämmöntalteenotto, lämmitys ja jäähdytys. Koneikolla säädetään tuloilman lämpötilaa sekä tulo- ja poistoilmamäärää. Lämpötilan säädössä tuloilman asetus on verrannollinen ulkoilmanlämpötilaan. Verrannollisuus on esitetty liitteen 1 sivulla 5 ohjesäätökäyrä 1:ssä.

Ilmamäärää säädetään painemittausten perusteella. Paineen asetus määräytyy ilmamäärämittausten perusteella. Ilmamäärän säätäminen painenn avulla on tässä tapauksessa ainoa tapa varmistaa riittävä ilmanvaihto kaikkiin tilihin, koska ilmamääräsäätimien asennosta riippuen vaadittu ilmamäärä vaihtelee. Kanavapaineeseen perustuvan ilmamäärän säädön avulla pystytään myös kompensoimaan suodattimien likaantumista.

Koneikossa olevat hälytykset, kuten suodatin- ja jäätymisvaarahälytykset on toteutettu ohjelmallisesti. Syynä perinteisen jäätymisvaaratermostaatin korvaamiseen ohjelmallisella on, että tällöin jää yksi vikaantuva komponentti eli jäätymisvaaratermostaatti kokonaan pois. Ohjelmallisen jäätymisvaaratermostaatin pistemäärä pienenee yhdellä, koska hälytys tulee ohjelmallisesti eikä laitteelta. Ohjelmallinenkin jäätymisvaaratermostaatti vaati kuitenkin paikallisen kuittauksen, jota varten säätölaitekoteloon on asennettu painonappi. Tämä estää jäätymisvaaran kuittauksen etäkäytöllä. Vastaavasti suodattimien paine-eromittauksien avulla saadaan analysoitua niiden likaantumista, siten pystytään ennakoimaan paremmin huoltoja.

Järkevän käytön seuranta

Järjestelmään on myös ohjelmoitu järkevän käytön seurantaohjelma, joka hälyttää, mikäli prosessissa ilmenee ristiriitaisuuksia. Hälytyksien perusteella voidaan jo etukäteen määritellä vika ja huoltotoimenpiteet. Näistä hyvänä esimerkkinä on tilanne, jossa lämmityspatterin jälkeinen ilma on lämpimämpää kuin sitä edeltävä ilma, vaikka lämmitysventtiili on ohjattu järjestelmästä kiinni /1//7/. Tuloilmakoneen TK01 PI-kaavio ja toimintaselostus ovat liitteen 1 sivuilla 3 - 5.

Huonesäädöt

Huonesäädöissä ilmamäärää säädetään lämpötilan mukaan, tämän lisäksi osaan tiloista, joissa on enemmän lämpökuormaa, on sijoitettu jäähdytyskonvektorit. Suurissa tiloissa käytetään useamman anturin keskiarvoa, joiden avulla saadaan parempi kuva tilan olosuhteista. Huonelämpötilan asetusarvo on ohjelmallisesti esisäädetty (+22 °C), minkä lisäksi käyttäjä voi paikallisesti muuttaa asetusarvoa ± 3 °C. Lämpötilan noustessa säätö ensimmäisenä portaana nostaa ilmamäärän maksimiin, toisena portaana käynnistetään jäähdytyskonvektorit ja ajetaan konvektorin venttiiliä auki. Huonetiloissa on myös aseteltavat huonelämpötilan ylärajat, joiden ylittyessä säätöportaat ajetaan 100 %:iin /1//7/. Huonesäätöjen PI-kaavio ja toimintaselostus ovat liitteen 1 sivuilla 6-11.

Jäähdytyskojeikko

Jäähdytyskojeessa on oma automatiikka. Jäähdytyskojeen tarkoituksena on pitää jäähdytys verkoston lämpötila asetusarvossaan (7 °C). Kyseisessä jäähdytyskojeessa on mahdollisuus vapaajäähdytykselle, jolloin ulkolämpötilan ollessa riittävän alhaalla jäähdytys tapahtuu nestejäähdyttimien kautta. Tällöin ainoat liittynät rakennusautomaatiojärjestelmään ovat hälytystietoja ja jäähdytysverkoston menoveden lämpötilan seurantatietoja, joista saadaan hälytys, mikäli lämpötila poikkeaa halutusta arvosta. Jäähdytyspuhaltimille on ohjelmoitu kuitattavat huoltohälytykset, joilla on käyttäjän vapaasti aseteltavat huoltovälit /1//7/.

Järjestelmässä on pyritty antamaan paljon mahdollisuuksia käyttäjän muokata asetusarvoja ja erilaisia raja-arvoja, jolloin olosuhteista saadaan mahdollisimman miellyttävät käyttäjälle. Lisäksi järjestelmään on pyritty sisällyttämään erilaisia huolto- ja hälytystoimintoja, jotka helpottavat järjestelmän huolto- ja ylläpitotoimintoja /1//7/.

2.2 PISTEKOKONAISUUDEN MÄÄRITTÄMINEN JA LAITEVALINNAT

Pistekokonaisuuden määrittäminen tapahtuu laskemalla järjestelmän vaatimat I/O-pisteet yhteen prosessikaavioiden pohjalta. Pistekokonaisuudeksi muodostui 16xAO, 12xDO, 42xAI, 9xDI. Pistekokonaisuuden määrittämisen jälkeen valitaan säätö- ja kenttälaitteet, joilla laitos toteutetaan. Säätölaitteivaihtoehtoja olivat TREND-järjestelmän 2. ja 3. sukupolven alakeskukset.

Kenttälaitteista osa sisältyi ilmastointiurakoitsijan ja tilaajan toimitukseen. Näitä olivat mm. tulo- ja poistoilmakoneet, taajuusmuuttajat, ilmamäärän säätimet ja palopellit. Automaatiourakkaan sisältyvät venttiilit ja niiden toimilaitteet, lämpötila- ja paine-eroanturit ja palopeltikeskus. Automaatiourakkaan sisältyvät kenttälaitteet valittiin yleisesti käytetyiltä laitetoimittajilta. Tavoitteena oli päästä mahdollisimman vähään toimittajien määrään /7/.

Laitevalintoihin vaikuttavat asiat

Säätölaitteissa pääasiallinen 2. ja 3. sukupolven välinen ero on se, että IQ2-sarjassa pistekokonaisuudet ovat kiinteät ja eri kokonaisuuksia muodostetaan valitsemalla eri alakeskustyyppisiä, kun vastaavasti IQ3-sarjassa on yksi päämoduuli ja pistekokonaisuudet valitaan eri I/O-moduulien avulla. Tämän takia pistekokonaisuuden optimointi ja laajentaminen on IQ3-sarjassa helpompaa kuin IQ2-sarjassa. Teknisesti laiteversioiden I/O-pisteissä ei ole juurikaan eroja, joten on mahdollista käyttää samoja kenttä- ja toimilaitteita.

Alakeskusten osalta laitevalinta oli IQ3-sarjan keskus. Suurin syy tähän oli se, että I/O-pisteiden optimoinnin avulla pystyttiin turhat pisteet karsimaan minimiin, jolloin järjestelmän toteuttaminen muodostui halvemmaksi kuin IQ2-sarjan keskuksilla, vaikka uusi keskussarja on kalliimpi pistettä kohti, kun lasketaan 100 %:n käyttöasteella. Kenttälaitteiden valinnoissa päädyttiin jo käytössä olevien laitteiden käyttöön, koska tällöin oli olemassa valmiit tilausreitit ja varmat toimittajat, jotka on jo aikaisemmin kilpailutettu yrityksen toimesta /7/.

3. TOTEUTUSVAIHE

Toteutusvaiheessa suunnittelu muuttui normaaliksi urakan aikaiseksi suunnitteluksi.

Tässä vaiheessa suunnitelmat on tarkastettava siten, että perustana ovat prosessin lisäksi valitut laitteet ja niiden ominaisuudet. Tämä tarkoittaa sitä, että tarkastellaan eri toimintoja ja säätöjä sen mukaan, mitä on mahdollista toteuttaa ja miten toteutettavissa olevat on järkevä tehdä. Lähtökohtaisesti järjestelmä ei aseta rajoituksia, mutta eri toimilaitteet puolestaan eivät välttämättä sisällä tarvittavia ominaisuuksia.

Suurimmaksi osaksi ongelmia tulee muiden urakoitsijoiden toimittamien laitteiden kanssa, koska heillä ei välttämättä ole tietoa tai suunnitelmia, joiden avulla tilata riittävillä ominaisuuksilla varustettuja laitteita. Suunnitelmiin tulikin tässä vaiheessa muutoksia mm. siksi, ettei kaikista laitteista saatu tilatietoa vaan vain lämpörele- tai summahälytys.

Toteutusvaiheen alussa laaditaan laitevalintoihin perustuen venttiili- ja laiteluettelot, joiden perusteella tehdään laitetilaukset. Venttiilien mitoitus kuuluu yleisesti automaatiourakoitsijalle. Mitoitus tehdään seuraavalla kaavalla, joka on johdettu bernoullin yhtälöstä /2/.

$$K_{vs} = 3,6 \cdot \frac{Paine - ero(kPa)}{\sqrt{\frac{virtaama(m^3/h)}{100}}}$$

Mitoituksen jälkeen valitaan venttiilit kunkin valmistajan valikoimien perustella, siten että saadaan mahdollisimman lähelle oikea K_{vs} -arvo.

Ensimmäisenä toimitetaan venttiilit ja anturitaskut sekä suoraan nesteeseen tulevat anturit. Näitä ovat mm. käyttöveden anturi ja lämmityspatterin paluuv veden anturi.

Laitevalinnoissa on otettava huomioon myös suunnittelijan esittämät laitevaatimukset, jotka pitää olla kirjattuna LVI-työselitykseen. LVI-työselityksestä löytyvät myös muut vaatimukset koskien laitteistoa ja ohjelmia. Tässä projektissa hyväksytettiin suunnittelijalla ohjelmallinen jäätymisvaara-tominto, koska tämä oli normaalista poikkeava toteutustapa. Muita hyväksyttäviä laitteita ovat yleisesti kaukolämmön venttiitit, jotka tulee hyväksyttää paikallisella kaukolämpölaitoksella. Usein kaukolämmön venttiilit myös toimitetaan kaukolämpölaitteiston valmistajalle.

3.1 PISTELUETTELOT JA KYTKENTÄKUVAT

PISTELUETTELOT

Pisteluettelot tehdään prosessikaavioiden ja erilaisten LVI-suunnitelmissa olevien erillispistelotojen mukaan. Tässä vaiheessa prosessikaaviot on jo käyty läpi mahdollisten muutosten ja puutteiden varalta. Pisteluettelon avulla määritellään laitteiden fyysinen sijainti keskuksen tai keskuksien I/O:ssa. Pisteluettelosta selviää laitteiden järjestelmätunnus sekä niiden sijainti ja käyttötarkoitus. Pisteluettelon pohjalta tehdään myös kilpiluetelo, jonka tarkemmat määrytykset löytyvät LVI-työselityksestä.

Tehtäessä IQ3-sarjan keskuksiin pisteluetteloita ei enää tarvitse huomioida juurikaan säätöpiirejä, koska kaikki pisteet sijaitsevat samassa keskuksessa, jolloin väylän ylitse siirrettävän datan määrä on pieni. Tämä puolestaan nopeuttaa pisteluetteloiden laadintaa ja helpottaa muutoksien sekä lisäyksien tekemistä jo valmiisiin laitoksiin, joissa tällainen alakeskustyyppi on käytössä. Pistelistoissa on kuitenkin huomioitava, ettei pisteen ohjelmallinen osoite ole enää sidoksissa sen fyysiseen osoitteeseen. Esimerkiksi aikaisemman järjestelmän alakeskuksen ensimmäinen analoginen piste on ollut S1, eli sensor 1, jolloin pistelistoissa on tarvinnut ottaa vain kantaa pisteen fyysiseen sijaintiin ja ohjelmallinen pistetunnus on määräytynyt sen mukaan. IQ3-sarjan keskuksessa tämä sisääntulo voi olla digitaalinen tai analoginen ja sen tunnus on vapaasti määriteltävissä.

Tämän vuoksi uusia keskus- ja moduulityyppejä varten oli laadittava uudet pistelistapohjat, joihin voidaan määritellä sekä fyysinen sijainti että ohjelmallinen tunnus. Pistelistoihin lisättiin uudet sarakkeet fyysisen sijainnille ja ohjelmalliselle pistetunnukselle.

KYTKENTÄKUVAT

Kytkentäkuvat tehdään pisteluetteloiden pohjalta. Niissä kuvataan valvonta-alakeskuksen fyysiset kytkennät eli riviliitinnumerot ja vastaavat I/O-pistetunnukset. Kuvissa näkyvät myös sellaiset kytkennät, jotka eivät suoranaisesti näy pisteluetteloista. Näitä ovat esimerkiksi erilaiset lukitus- ja monistuskytkenät, kuten tulo- ja poistopeltien ohjausten lukitukset koneen indikoinnista sekä jäätymisvaaratermostaatin kytkennät.

Kytkentäkuvissa on käytetty standardin SFS-EN 60617 mukaisia piirrosmerkkejä, joiden avulla on yritykseen luotu oma AutoCad-pohjainen suunnittelu ympäristö.

Suunnittelu ympäristössä käytetään valmiita osakirjastoja, joiden avulla suunnittelu on nopeaa ja tehokasta. AutoCad-pohjaisuus antaa kuitenkin mahdollisuuden helposti tehdä muutoksia ja korjauksia olemassa oleviin osiin kuin myös yksittäisissä poikkeustapauksissa. Uuden sukupolven keskuksat vaativat myös uudet osakirjastot, joista löytyisivät uuden sukupolven moduulit ja niihin sopivat osat. Tämä johtikin koko suunnittelu ympäristön päivitykseen.

Päivityksen perusajatuksena oli yksinkertaistaa suunnittelua, lisäksi tarkoituksena oli tehdä 3. ja 2. sukupolven järjestelmien suunnittelu yhtä helpoksi sekä mahdollistaa vanhojen projektien kuvien muokkaus yhtäläisellä tavalla. Suunnittelu ympäristön uudistus alkoi pisteluetteloiden päivittämisellä ja jatkui AutoCad-ohjelmiston osakirjaston osien päivityksellä. Uudistuksen myötä osakirjaston osien määrä pieneni huomattavasti, vaikka siihen lisättiin uudet alakeskukset ja moduulit. Tämän mahdollisti se, että eri mittaukset ja ulostulot jaettiin johdinmäärän mukaan ja kaikki tekstit muutettiin attribuuteiksi. Esimerkiksi yleisimmät mittaukset ovat periaatteessa 2...4-johtimisia, jolloin mittauksia tuli kirjastoon vain kolme kappaletta. Vastaavalla logiikalla yleisimpiä ohjauksia ovat 1-nopeusohjaukset ja 2-nopeusohjaukset, joten ohjauksia tuli kirjastoon kaksi. Mikäli nopeuksia tai portaita on ohjauksessa useampia, niin tällöin voidaan 2-nopeusmoduuliin liittää lisäportaita helposti./3/

3.2 VAK

Trend-järjestelmän kolmannen sukupolven alakeskuksia yrityksessä ei ole vielä paljoa käytetty., joten valvonta-alakeskuksen osasijoittelu täytyi myös ratkaista. Kuten edellä on mainittu, 2. ja 3. sukupolven järjestelmien suurin ero on 3. sukupolven moduulipohjaisuus. Moduulien sijoittelussa tuli ottaa huomioon 24 V:n ja 230 V:n järjestelmien mahdollisimman vähäinen sekoittaminen. Tämä aiheutti muutoksia pisteluetteloihin ja kytkentäkuviin, joita tehtäessä asiasta ei vielä teidetty. Keskuksen osasijoittelun kartoittaminen lähti siitä, että irtonaisilla alakeskusmoduuleilla ja kourujen mallikappaleilla pyrittiin pohjalevyn päälle rakentamaan mahdollisimman järkevä kokonaisuus. Apuna käytettiin myös aiemmin käytössä olleita mitoituskappaleita, joiden avulla pystytään mitoittamaan lisälaitteiden vaatimat tilat. Harkittavana oli myös riviliittimien pois jättäminen, koska uudet alakeskukset mahdollistavat sen. Tästä kuitenkin luovuttiin, koska tällöin sisäisten ja ulkoisten johdotusten reitit olisivat menneet päällekkäin. Tämä olisi myös pakottanut 24 V:n ja 230 V:n järjestelmien johdotusten tekemisen samoja reittejä pitkin.

Lopullinen ratkaisu oli alakeskuksen ja moduulien asentaminen vaakatasoon useammalle riville siten, että reunoille jäivät tilat sisään tuleville johdoille, johtokouruille, riviliittimille sekä sisäisille johdotuksille. Koteloon jätettiin myös laajennusvaraa tuleville muutoksille ja lisäyksille, koska tarkoituksena on myöhemmässä vaiheessa ottaa käyttöön rakennuksen kolmas kerros. Osa tilavarauksesta otettiin käyttöön, kun palopeltikeskuksen pisteet lisättiin järjestelmään. Alakeskukseen tuli vain vähän lisälaitteita alakeskuksen lisäksi. Lisälaitteita olivat muuntaja, johdonsuojakatkaisin ja apureleet, joilla muutetaan AO-lähtö DO-lähdöksi. Apulaitteiden pienen määrän mahdollistaa IQ3-sarjan moduulirakenteen tuoma optimointimahdollisuus ja ohjelmalliset jäätymisvaaratoiminnot. /7/

3.3 ALAKESKUSOHJELMA

Projektin ollessa siinä vaiheessa, että valvonta-alakeskus on tehty tai jopa toimitettu työmaalle, tehdään alakeskusohjelma. Tämä johtuu siitä, että projektin tässä vaiheessa ei yleensä enää tule isoja muutoksia pistekokonaisuuksiin tai muuten fyysisiin kytkentöihin. Näitä tulisi välttää alakeskusohjelman teon jälkeen, koska ne aiheuttavat muutostyön moneen kertaan, koska muutokset tulee tehdä niin laitteisiin kuin ohjelmaankin. Alakeskusohjelmoinnissa on tärkeää tehdä toimivan ohjelman lisäksi helposti ymmärrettävää ja selkeää ohjelmaa, jolloin mahdollisen vian etsintä helpottuu. Muutosten tekeminen selkeään järjestelmään on myös huomattavasti helpompaa ja nopeampaa. On kuitenkin muistettava muutoksiakin tehtäessä säilyttää ohjelman selkeys ja pyrkiä säilyttämään olemassa olevat kokonaisuudet ehjinä.

Tässä projektissa tavoitteeseen päästiin hyvin pilkkomalla ohjelmat selkeisiin kokonaisuuksiin, mistä hyvänä esimerkkinä toimii tulokoneen lämpötilan säätö, joka on esitetty liitteessä 2. Tässä ohjelmakokonaisuudessa asetusarvon laskenta, eri säätöportaiden lukitukset ja käsiajot sekä säätimet itsessään on sijoitettu eri sivuille. Tämä mahdollistaa sen, että ulkopuolisenkin on helppo tehdä tarvittavia muutoksia tai lisäyksiä tai seurata vikaketjua paikallistaakseen vian.

Järjestelmän ominaisuuksia

Ohjelma toimii sekvenssi-periaatteella ja ohjelman kiertoaika on 1 sekunti. Digitaaliset sisään tulot pystyvät lukemaan maksimissaan 35 Hz:n taajuista pulssia. Ohjelmointi tapahtuu erilaisilla ohjelmamoduuleilla. Näitä ovat mm. PID-säädin, asetusarvo, laskuri ja summain. Lisäksi ulkoiset pisteet liitetään ohjelmaan omilla ohjelmallisilla moduuleilla, joita ovat anturit, digitaaliset sisäänmenot, analogiset ulostulot ja erilaiset digitaaliset ulostulot. Ulkoisia pisteitä käsittelevissä moduuleissa valitaan, moduulista riippuen, mitä fyysistä kanavaa luetaan tai mihin kanavaan kirjoitetaan. Eli määritellään osoite, jonka avulla oikean I/O-pisteen arvo luetaan tai vastaavasti sen arvoa muutetaan.

Järjestelmässä on vikabittitoiminto, joka tarkoittaa sitä, että anturin arvon ollessa pois linearisointialueelta, vikabitti siirtyy koko säätöketjun läpi säätimelle. Tällöin laskentafunktiot säätimen ja anturin välillä lopettavat laskennan ja säädin tekee valitut

toiminnot eli jää oloarvoonsa, ajaa esiaseteltuun arvoon, ajaa 0/100 % tai ei tee mitään. Tämä toiminto estää esimerkiksi patteriverkoston lämpötilan karkaamisen anturivian ilmetessä, koska linearisoinnin takia esimerkiksi johdon mennessä poikki anturin näyttämä on n. -53 °C, jolloin patteriverkoston asetusarvoksi tulisi n. 70 °C, mutta vikabitin avulla saadaan säädin pysähtymään oloarvoonsa, kunnes anturivika saadaan korjattua. Toisaalta vikabitti-ominaisuudesta voi olla haittaa esimerkiksi painesäädöissä, eli puhaltimen ollessa pysähtyneenä voi joissain tilanteissa anturin näyttämä mennä alle linearisoinnin, joka on esimerkiksi 0 - 500 Pa, jolloin puhallin ei lähde käyntiin, koska säätimelle on aseteltu vikabittitoiminnoksi ajaa 0 % vikatilanteessa.

Alakeskuksiin on mahdollista tallentaa anturien arvoja tuhat kappaletta anturia kohti. Mikäli jonkin mittauksen arvoja halutaan tallentaa, tulee mittaukseen liittää tallennusmoduuli, johon määritellään näytteenottoväli, joka voi vaihdella sekunnista vuorokauteen, eli maksimissaan vajaan kolmen vuoden mittaustiedot saadaan tallennettua alakeskuksen muistiin. Pitkäaikaisemmat tallennukset vaativat valvomo-ohjelmiston./4//5//6/

Prosessikaaviot ja käyttöliittymä

IQ3-sarjan alakeskukseen on mahdollista ladata grafiikat laitoksesta. Tämä mahdollistaa valvomo-ohjelmiston poisjättämisen pienissä kohteissa. Tarvittaessa alakeskukseen voidaan luoda yhteys ethernet-verkon kautta, jolloin esimerkiksi toimistotiloista käsin voidaan valvoa ja hallinnoida järjestelmää. Alakeskuksen www-käyttöliittymä on kuitenkin rajoitetumpi kuin valvomo-ohjelmiston käyttöliittymä. Se ei tue dynaamisia pisteitä, jolloin kaikki muuttuvat tilat tulostetaan grafiikalle tilateksteinä. Alakeskuksen käyttöliittymällä ei myöskään päästä käsiksi kuin yhteen alakeskukseen kerrallaan.

Alakeskukseen on tehty www-käyttöliittymä, jonka avulla järjestelmää on helppo hallita. Alakeskuksessa on esitettynä kaikki järjestelmään liittyvät prosessit PI-kaavioina, joissa on käytetty vastaavia piirrosmerkejä kuin automaation PI-kaavioissa. Toimintaselostuksia alakeskuksessa ei ole, johtuen www-käyttöliittymän rajoituksista. Tarkoituksena oli myös liittää alakeskus käyttäjien ethernet-verkkoon, mutta sitä ei toteutettu, koska käyttäjä ei halunnut ottaa riskiä tietoturvan heikentymisestä.

3.4 LAITEASENNUKSET JA KYTKENNÄT

Laiteasennuksien osalta projekti alkaa laitteiden sijainnin määrittelyllä, tämä tehdään paljon aikaisemmin kuin varsinainen laitteiden asentaminen. Paras mahdollinen tilanne on se, että laitteiden sijainnit määritellään jo LVI- ja sähkösuunnittelijoiden tehdessä suunnitelmiaan, siten että molemmilla tahoilla on tieto laitteista, joita järjestelmään tulee ja siitä, mihin ja milloin ne pitää asentaa. Käytännössä tilanne on kuitenkin se, että vasta automaatiourakoitsija tekee nämä määrytykset. Joissakin tapauksissa tämä on jo kuitenkin myöhäistä, koska rakentaminen on automaatiourakoitsijan saadessa urakan jo melko pitkällä.

Tässä projektissa päästiin aikaisessa vaiheessa määrittelemään eri laitteiden paikat, mikä mahdollisti vähäiset muutokset järjestelmään sekä sen, että halutut laitteet saatiin pienellä vaivalla halutulle paikalle. Käytännössä määrytykset tehtiin sähköurakoitsijan edustajien ollessa paikalla ja heidän kanssaan neuvotellen, jolloin saatiin tehokas lopputulos.

Neuvottelujen lopputuloksien perusteella tehtiin laitteiden sijaintien merkkaaminen, niin toimisto- ja neuvottelutiloissa kuin myös IV-konehuoneessa, jolloin kaapelointityö oli nopea toteuttaa ja virheiden määrä saatiin pieneksi.

IV-konehuoneen osalta asennustyöt voitiin aloittaa heti merkkaamisen jälkeen, jolloin sähköasentajien työ helpottui siten, että esimerkiksi asennusputket oli mahdollista asentaa oikeaan kohtaan. IV-konehuoneen ulkopuoliset toimilaitteet oli mahdollista asentaa vasta myöhemmin, koska huonetilat olivat muiden urakoitsijoiden osalta kesken.

4. PROJEKTIN LUOVUTUS

Projektin loppuvaiheessa aloitetaan valmistautuminen luovutusta varten.

Rakennusautomaatioprojektin luovutus on riippuvainen myös muista urakoitsijoista, koska mm. lopullisia kanavapaineen asetusarvoja ei voida määritellä ennen kuin ilmamäärämittaukset on tehty. Lisäksi mm. toimintakokeiden voi olla muiden urakoiden takia hankalaa tai jopa mahdotonta

Toimintakokeista ja muista luovutuksen vaiheista kerrotaan myöhemmin tässä luvussa. Projektista riippuen nämä työvaiheet voivat olla samanaikaiset tai niiden järjestys voi muuttua. On myös mahdollista tehdä osittaisia käyttöönottoja siten, että varsinaiset toimintakokeet pidetään vasta koko laitoksen käyttöönoton yhteydessä. Osan järjestelmistä tulee olla toimintakuntoisia ja viranomaisten hyväksymiä, jotta tiloja voidaan ottaa käyttöön.

4.1 TOIMINTAKOKEET

Omat toimintakokeet

Ensimmäinen vaihe luovutusprosessissa on asennuksen aikainen tarkastus, joka alkaa heti projektin alussa. Tällöin tarkastetaan sekä asennusten asennustapa ja kytkentöjen toimivuus että ylläpidetään dokumenttien yhtenevyyttä tehtyjen asennustan, lisäysten ja muutosten osalta. Tämä toimenpide ennaltaehkäisee merkittävästi ongelmia toimintakoevaiheessa. Toinen vaihe on omat toimintakokeet, joissa tarkistetaan että, järjestelmään liitetyt pisteet ja ohjelmat toimivat.

Omia toimintakokeita voidaan kutsua myös iteselle luovutukseksi. Toimintakokeet alkavat fyysisten pisteiden testauksella. Pisteiden toimivuuden testaamisen jälkeen siirrytään testaamaan ohjelmallisia toimintoja simuloimalla eri tilanteita. Säättöjen viritys tulisi tehdä tässä vaiheessa, mikäli mahdollista.

Tärkeimpiä testattavia asioita ovat lukitukset, kuten IV-hätäpysäytys, jäätymisvaara ja palohälytys sekä palovaara. Tässä vaiheessa muista järjestelmistä tulevat hälytykset ja toiminnot testataan pääasiassa suoraan automaatiojärjestelmän liittimiltä, esimerkiksi palohälytys, koska muiden urakoitsijoiden järjestelmät eivät ole välttämättä valmiit.

Urakoitsijoiden väliset toimintakokeet

Kolmantena vaiheena ovat urakoitsijoiden väliset toimintakokeet, jotka suoritetaan ennen varsinaista toimintakoetta, jolloin jää aikaa tehdä tarvittavat korjaukset havaituille vioille tai selvittää aikataulu, jolla viat saadaan korjattua, mikäli niitä ei ole mahdollista korjata varsinaiseen toimintakokeeseen mennessä.

Ennenkuin urakoitsijoidenväliset toimintakokeet pidetään, tulisi kunkin urakoitsijan ilmoittaa, milloin heillä on toimintakoevalmius, jotta voidaan toimintakokeen päivämäärä.

Urakoitsijoiden välisissä toimintakokeissa kukin projektissa oleva urakoitsijat testaa, että järjestelmien väliset pisteet ja toiminnot toimivat. Esimerkiksi valaistuksen ja sulatuksien ohjaukset vaativat automaatiojärjestelmän ohjauksen lisäksi sen, että ryhmäkeskuksissa on kaikki kunnossa. Muita vastaavia ovat eri järjestelmistä saatavat hälytykset, kuten pumppaamot, turvavalokeskukset ja paloilmoitinjärjestelmät.

Toimintakokeet

Neljäntenä vaiheena ovat varsinaiset toimintakokeet.

Riippuen kohteesta, tarkastajista ja aikataulusta projekti voidaan luovuttaa eri valmiusasteissa. Mikäli aikataulu on erittäin tiukka, tarkastetaan esimerkiksi vain tärkeimmät lukitukset ja tarpeelliset säädöt, jolloin saadaan viranomaisilta lupa ottaa tilat käyttöön. Tärkeimpiä toimintoja ovat IV-hätäseis, jäätymisvaaran lukitus ja -ennakointi, sekä mahdollinen palohälytys. Tärkeimpiä säätöjä ovat perussäädöt, kuten käyttöveden säätö, lämmitysverkostojen säädöt sekä ilmastoinnin perussäädöt ja rajoitukset. Mikäli laitoksessa havaitaan toimintakokeissa puutteita tai vikoja niin tällöin määrätään jälkitarkastuspäivämäärä, jolloin kaikkien toimintojen ja ohjelmien tulee olla valmiita. Jos puutteet ovat merkittäviä, niin toimintakokeita ei voida suorittaa ja ne keskeytetään.

Kun laitos on valmis toimintakokeeseen, tarkastetaan fyysiset pisteet, ohjelmalliset toiminnot ja säätöjen viritys. Tarkastuksen laajuus riippuu tarkastajasta ja laitoksesta. Yleisesti yksi prosessi tarkastetaan muita huolellisemmin ja sitten vastaavat prosessit pistokokein.

Tavoite on, että toimintakokeisiin mennessä projekti on toimintojen ja kytkentöjen osalta valmis, eikä puutteita enää ole, jolloin voidaan siirtyä seuraaviin vaiheisiin eli tilojen käyttöönottoon ja luovutusdokumenttien tekoon sekä projektin luovutukseen.

4.2 LAITOKSEN KÄYTTÖÖNOTTO

Laitos tai tilat voidaan ottaa käyttöön, kun viranomaisilta on annettu siihen lupa. Monesti laitokset luovutetaan aikataulullisista syistä puutteineen, minkä seurauksena laitoksissa tapahtuu vielä käyttöönoton jälkeenkin monien urakoitsijoiden osalta viimeistelyä. Usein loppukäyttäjät ja heidän tilaamansa urakoitsijat tulevat laitoksiin kalustamaan ja tavaroittamaan tiloja, kun käyttöönottolupa on saatu. Toimintakokeissa määrätty jälkitarkastuspäivämäärä sijoittuu usein tähän projektin vaiheeseen. Tyypillisimmät puutteet jälkitarkastuksessa liittyvät laitteiden merkintöihin, säätöjen lopulliseen viritukseen, hälytysreititykseen, muutos- ja lisätöihin sekä mahdollisen valvomon grafiikoihin.

4.3 LUOVUTUSMATERIAALI

Rakennusautomaatioprojektista tehdään lopuksi loppukuvat, jotka liitetään luovutuskansioon. Luovutuskansioita tehdään yleensä kolme paperisarjaa: yksi itselle, yksi tilaajalle ja yksi käyttäjälle, lisäksi sähköisessä muodossa liitteenä luovutuskansioihin. Luovutuskansiossa on siis lopulliset versiot automaation periaatekaavioista ja toimintaselostuksista, automaatiojärjestelmän kytkentäkuvista ja pisteluetteloista sekä laiteluettelosta. Laiteluettelossa olevista laitteista tulee olla myös niiden tekniset tiedot. Luetteloon lisätään vielä automaatiojärjestelmän ja toimitettujen laitteiden käyttöohjeet sekä toimintaohjeet vikatilanteissa.

4.4 LUOVUTUS

Kun projekti on täysin valmis ja toimintakokeet on onnistuneesti suoritettu, voidaan projekti luovuttaa asiakkaalle. Tämän jälkeen alkaa takuu aika, joka on yleisesti kaksi vuotta. Tänä aikana mahdolliset laite- ja ohjelmaviat hoitaa automaatiourakoitsija omalla kustannuksellaan. Luovutuksen yhteydessä myös sovitaan takuuajan huollon päivämäärä, jolloin automaatiourakoitsija käy tarkistamassa ja huoltamassa automaatiojärjestelmän kohteessa. Luovutuksen yhteydessä alkaa myös kahden viikon seuranta-aika, jolloin käyttäjä kirjaa ylös kaikki järjestelmässä havaitut puutteet ja viat, jotka automaatiourakoitsija käy tarkistamassa ja korjaamassa tämän koeajan jälkeen. Tämä seurantajakso voidaan pitää myös ennen luovutusta mikäli tilat ja järjestelmä antavat siihen mahdollisuuden sekä käyttäjä on paikalla tekemässä tarvittavia havaintoja. Luovutuksen yhteydessä myös määrätään käyttäjän koulutuksen päivämäärä tai mahdollisesti se pidetään luovutuksen yhteydessä tai jälkeen. Koulutuksessa käydään läpi automaatiojärjestelmään liitetyt laitteet ja niiden toiminnot, mahdollinen valvomo-ohjelmisto ja sen ominaisuudet sekä toimintaohjeet järjestelmän ja laitteiden vika- ja hälytystilanteissa. Kukin urakoitsija antaa koulutuksen käyttäjälle toimittamiensa järjestelmien ja laitteiden osalta. Esimerkiksi rasvanerotuskaivo: Yleisesti niistä saadaan hälytystiedot pumppujen lämpöreleiltä ja pinnankorkeusanturilta. Mikäli jokin näistä hälytyksistä on liitetty automaatiojärjestelmään, niin tällöin automaatiourakoitsija käy läpi koulutuksessaan nämä hälytykset ja neuvoo tekemään kyseisen järjestelmän toimittajan ohjeiden mukaiset toimenpiteet. Vastaavasti rasvanerotuskaivon toimittaja on antanut omassa koulutuksessaan toimintaohjeet siitä, miten menetellään, jos laite hälyttää.

5. TULOKSET

Projekti päästiin luovuttamaan hyvin aikataulussaan. Tähän suurimpana vaikuttavana tekijänä voidaan pitää viimehetken muutosten vähäisyyttä, minkä puolestaan mahdollisti pisteiden paikkojen määrittäminen ajoissa sekä avoimet keskustelut sähkö- ja automaatiourakoitsijan kesken.

IQ2-sarjan ja IQ3-sarjan alakeskusten erot olivat pienet. IQ2-sarjan etuna oli pisteen hinta, mutta IQ3-sarjan I/O:n muokattavuus aiheutti sen, että todellinen pisteen hinta oli samaa luokkaa, koska ylimääräistä I/O:ta pystytään minimoimaan. Lisäksi muokattavuus helpottaa pistelisäysten ja -muutosten toteuttamista. IQ3-sarja vaati myös IQ2:ta enemmän työtä suunnitteluvaiheessa, mutta työmäärä oli kertaluontoinen, suunnitteluympäristön päivityksen takia. Myöhemmissä projekteissa saadaan säästöä suunnitteluun käytettävässä ajassa, joten lopullista kustannusta on vaikea arvioida. Lopullinen vaikutus on havaittavissa vasta muutaman projektin jälkeen. Suunnittelu-ympäristöön tulee vielä ajan myötä lisäyksiä ja parannuksia, mutta niitä tehdessä tulisi välttää asioiden toistamista, koska silloin ajaututaan entisenkaltaiseen suunnittelu-ympäristöön. Tämä taas johtaisi suunnittelu-ympäristön tehottomuuteen.

Vaikka tämä projekti saatiin hoidettua keskimääräistä paremmin, oli siinä kuitenkin havaittavissa samat ongelma kohdat kuin muissakin projekteissa. Näistä tärkein on ajan puute, joka johtuu muiden projektien aikatauluista. Monesti uuden projektin alkuvaiheilla on samaan aikaan tekeillä ainakin jokin toinen projekti, joka vaatii jatkuvaa huomiota, jolloin helposti siirretään uuden projektin aloitusta. Tämä puolestaan aiheuttaa sen, että projektin aikana ilmenee ongelmia, jotka olisi voitu välttää tekemällä tarvittava selvitystyö heti projektin alussa.

LÄHTEET**Painetut lähteet**

1. Seppänen, Olli – Seppänen, Matti, Rakennusten sisäilmasto ja LVI-tekniikka.
Sisäilmayhdistys. Gummerus kirjapaino Oy. Jyväskylä 1997
2. Meikäläinen, Matti, Insinööri fysiikka. (tarkista tiedot!)
Sisäilmayhdistys. Otava Oy. Jyväskylä 1997

Sähköiset lähteet

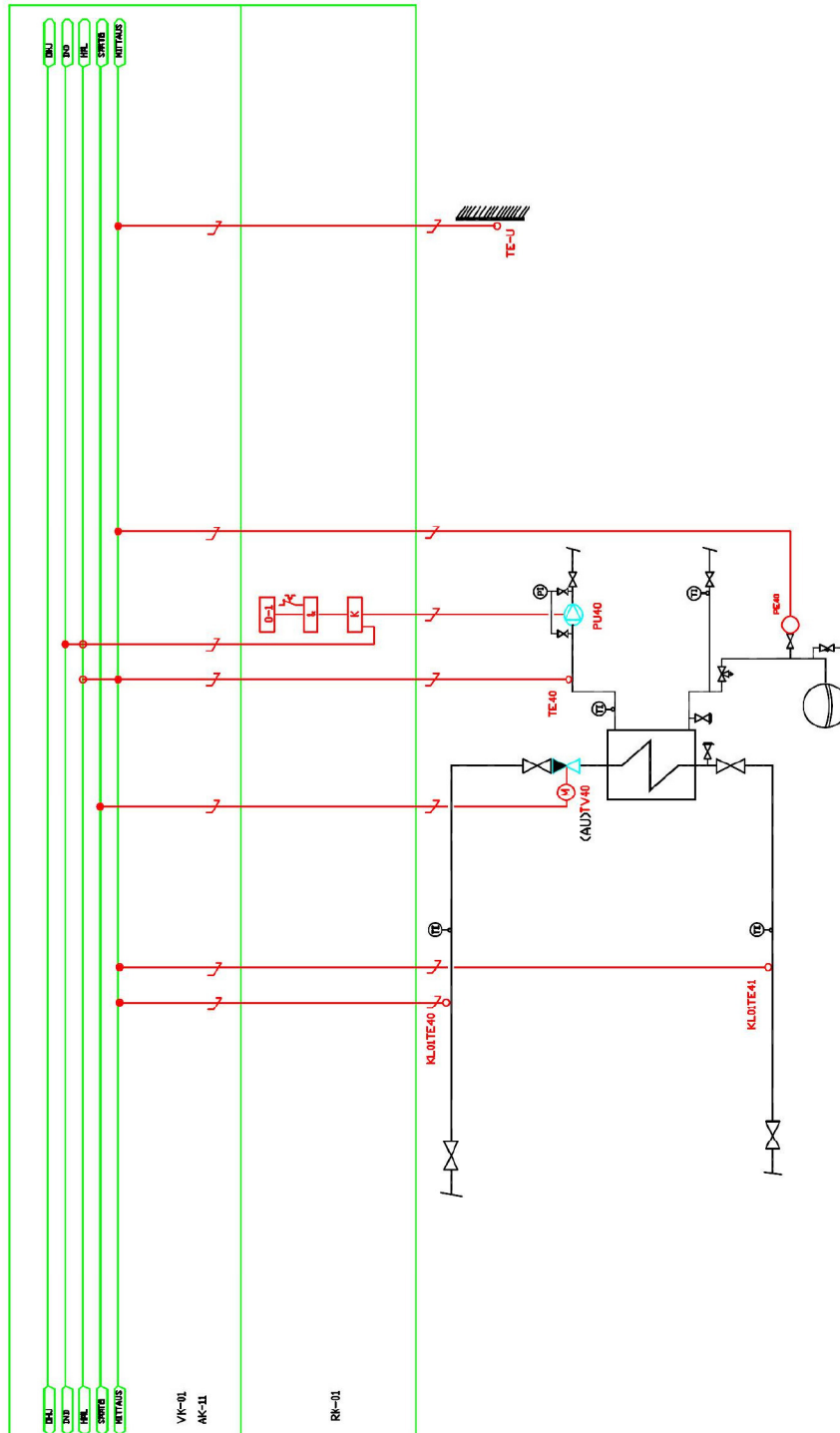
3. Autodesk, AutoCAD 2004 help.
[sähköinen dokumentti.] AutoCAD 2004.
4. Trend-controls, IQ3 Web Enabled Controller datalehti.
[sähköinen dokumentti.] Trend PartnetNet.
5. Trend-controls, IQ System Ethernet Products Engineering Guide.
[sähköinen dokumentti.] Trend PartnetNet.
6. Trend-controls, IQ3 Configuration Manual.
[sähköinen dokumentti.] Trend PartnetNet.

Painamattomat lähteet

7. Saarela, Tommi, automaatioinsinööri.
Keskustelut 2007–2008. TrioControl Oy.

LIITTEET

- Liite 1 Automaatiosuunnitelman PI-kaaviot
Liite 2 Ohjelma esimerkki, TK01 lämpötilan säätö



1. KÄYTTÖ

Pumpun PU01 käyttöä ohjataan ohjauskeskuksenkäyttökytkimillä. Pumppu käy aina.

2. SÄÄDÖN TOIMINTA

Ilmastointiverkoston menoveden lämpötila pidetään ohjesäätökäyrän 1 mukaisesti asetusarvossaan.
Lämmöntarpeen kasvaessa säätöohjelma avaa venttiiliä IV01TV40.

3. OHJELMALLISET HÄLYTYKSET

Ilmastointiverkoston menoveden lämpötilalle TE ohjelmoidaan liukuva raja-arvohälytys (esim. asetusarvo $\pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$). Ulkolämpötilan TE-U ylitäessä asetellun raja-arvon ($15\text{ }^{\circ}\text{C}$) muutetaan ylempi raja-arvo korkeammaksi (asetus $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$)

Kaikille mittauksille asetetaan ylä- ja alarajahälytykset.

IV-verkoston pumppu IV01PU40 indikoinnin poistumisesta tulee hälytys ulkolämpötilan ollessa alle asetellun raja-arvon ($5\text{ }^{\circ}\text{C}$). Hälytys kuuluu luokkaan A.

IV-verkoston menoveden lämpötilan alituessa asetellun alarajan ($10\text{ }^{\circ}\text{C}$) tai IV-pumppun IV01PU40 pysähtyessä tuloilmapuhallin pysähtyy, jos ulkolämpötila on alle asetellun alarajan ($5\text{ }^{\circ}\text{C}$)

IV-verkoston paineen alituessa asetellun 1. alarajan (1 bar) tulee hälytys. IV-verkoston paineen alituessa 2. asetellun alarajan (0,8 bar) tuloilmapuhallin pysähtyy, jos ulkolämpötila on alle asetellun rajan ($8\text{ }^{\circ}\text{C}$).

IV-verkoston pumppu IV01PU40 käyttötunnit lasketaan. Käyttötuntien saavuttaessa asetellun raja-arvon tulee huoltohälytys. Käyttötunnit nollataan paikalliselta käyttölaitteelta.

5. HÄLYTYSLUOKAT, -VIIVEET JA RAJA-ARVOT

Hälytysluokkaan A kuuluvat IV-verkoston paineen IV01PE40 alarajahälytys, . (kiireelliset)
Hälytysluokkaan C kuuluvat koirien käyttötuntihälytykset. (huolto)
Hälytysluokkaan B kuuluvat muut hälytykset. (vika)

Hälytyksten viiveet:

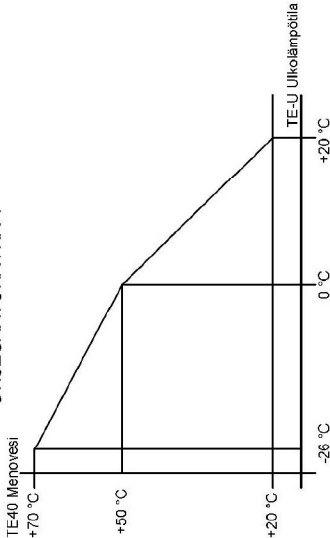
- IV-pumppu ja IV-verkoston paineen alarajan ja pumppu hälytys 60 s
- Säätöpoikkeamahälytykset 600 s
- Lämpötilan mittaukset 180 s

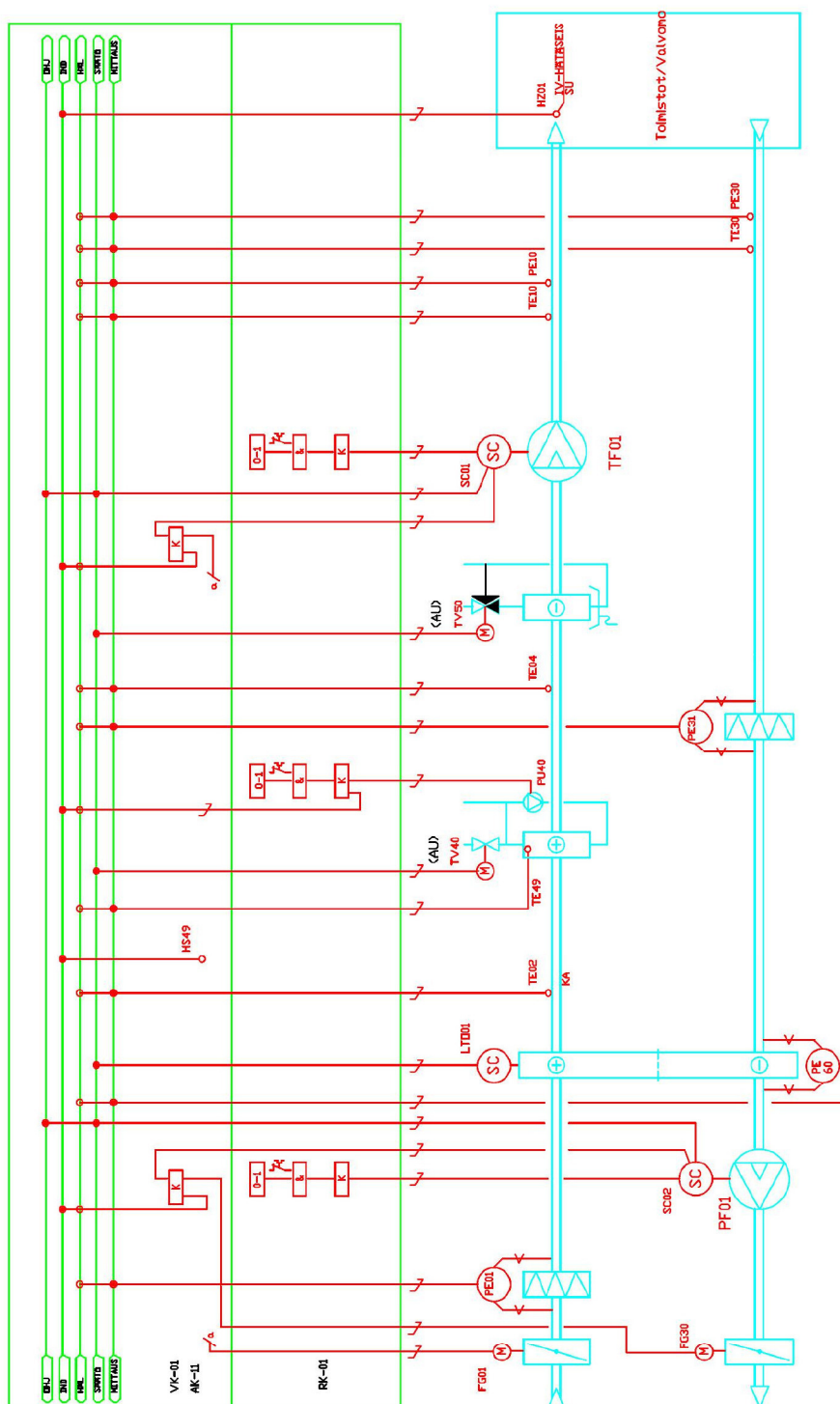
6. RAPORTOINTI

Kaikista mittauksista ja laskennallisista asetusarvoista on tulostettavissa trendi-käyrä 1 vuorokauden ajalta.

IV-pumppu IV01PU40 kuukausittaiset käyttötunnit lasketaan ja niistä on tulostettavissa trendi-käyrä kahden vuoden ajalta

OHJESÄÄTÖKÄYRÄ 1





1. KÄYTTÖ

Puhalttimien TF01 ja PF01 käyttöä ohjataan Rakennusautomaatiojärjestelmän aika- ja tapahtumaohjelmilla.

Poistoilmapuhallin PF01 käy tuloilmapuhalltimen TF01 käytössä, lukitus on ohjelmallinen.

Tuloilmapuhallin TF01 ei voi käynnistyä mikäli lämmityspatterin pumppu PU40 ei ole käynnissä.

Pumpun PU40 käyntiä ohjataan ryhmäkeskuksen käyttökykimellä, PU40 käy aina.

IV-hätäseispaikkeja pysäyttää tulo- ja poistoilmakoneet TF01 ja PF01.

2. SÄÄDÖN TOIMINTA

2.1 KONEEN KÄYNNISTYESSÄ

Tulo- ja poistopellit FG01 ja FG30 avautuvat.

Tulo- ja poistoilmakoneet pyörittävät minimiteholla viiveen ajan (120 s) kunnes tulo- ja poistopellit ovat avautuneet.

Lämmityssäätö ohjataan määrääjäksi lämmityspatterin venttiiliin TV40 aseteltavalle avautumalle.

2.2 KONEEN KÄYDESSÄ

2.1.1 LÄMPÖTILAN SÄÄTÖ

Tuloilman lämpötila TE10 pyritään pitämään astusarvossaan ohjesäätökäyrän 1 mukaisesti. Lämpötilan nousussa ensimmäisenä porttana säätöohjelma sulkee jäähdytyspatterin venttiiliä TV50, toisena porttana säätöohjelma nostaa LTO:n pyörimisnopeutta ja kolmantena porttana avaa lämmityspatterin venttiiliä TV40. Lämmityspatterin paluuvuoden TE49 ei sallita alittaa käynninaikaista aseteltavaa raja-arvoa, tarvittaessa säätöohjelma avaa lämmityspatterin venttiiliä TV40.

Jäähdytysportaan ollessa käytössä ja poistoilman lämpötilan TE30 laskiessa asetellun eräalueen (2 °C) ulkolämpötilan alapuolelle ohjataan LTO:n kierrosnopeus 100 %:iin.

2.1.2 KANAVAPAINEN SÄÄTÖ

Tulokanavan paine PE10 pyritään pitämään astusarvossaan, säätämällä taajuusmuuttajalla SC01 puhaltimen TF01 pyörimisnopeutta.

Poistokanavan paine PE30 pyritään pitämään astusarvossaan, säätämällä taajuusmuuttajalla SC02 puhaltimen PF01 pyörimisnopeutta.

2.2 KONEEN OLESSA SEIS

Tulo- ja poistopellit FG01 ja FG30 ovat kiinni.

Säätöohjelma pitää lämmityspatterin paluuvuoden astusarvossaan säätämällä lämmityspatterin venttiiliä TV40.

LTO:n on seis.

3. VAROTOIMINNOT

3.1 JÄÄTYMISVAARAN TOIMINTA

Lämmityspatterin paluuvuoden TE49 lämpötilan alittaessa ohjelmallisen jäätymisvaaratermostaatin asetusarvon kone pysähtyy ja tapahtuu hälytys, toiminta kuten kohdassa "2.2 KONEEN OLESSA SEIS". Jäätymisvaaran hälytys on manuaalisesti kuitattava painikkeella HS49 ennen kuin tuloilmapuhallin voi käynnistyä.

3.2 TULOILMAN YLI- JA ALILÄMPÖ

Tuloilman lämpötilan TE10 ylitäessä tai alittaessa raja-arvonsa (+37/+5 °C) tapahtuu hälytys ja kone pysähtyy. Tuloilman yli-/alilämpöhälytys on kuitattava.

3.3 LTO:N HUURTEENPOISTO

LTO:n yli olevan paine-eron PDE60 ylitäessä aseteltavan raja-arvon (___Pa) ohjaa säätöohjelma LTO:n minimikierrosnopeudelle. Sulatus päättyy paine-eron lasketun asetusarvoon (___Pa). Sulatus toiminto on käytössä ulkolämpötilan ollessa alle -10 °C.

4. OHJELMALLISET HÄLYTYKSET

Kaikille puhaltimille ohjelmaoidaan ristiriitahälytykset.

Kaikille mittauksille asetellaan ylä- ja alaraja-arvot.

Tuloilman lämpötilalle TE10 ohjelmoidaan liukuva raja-arvohälytys (esim. asetusarvo $\pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$). Raja-arvoa valvotaan koneen ollessa käynnissä.

Tulo- ja Poistoilman kanavapaineelle PE10/PE30 ohjelmoidaan liukuvat raja-arvohälytys (esim. asetusarvo $\pm 20\text{ Pa}$). Raja-arvoja valvotaan koneiden ollessa käynnissä.

Lämmön talteenoton hyötysuhde lasketaan ulko-, poisto- ja LTO:n jälkeisen lämpötilan avulla. Mikäli LTO:n hyötysuhde laskee alle aseteltavan raja-arvon tapahtuu hälytys. Hyötysuhdetta valvotaan koneen ollessa käynnissä ja LTO:n ohjausviestin ollessa 100 %.

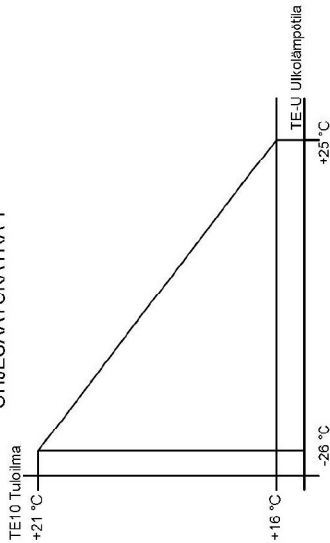
Säätöohjelmaan ohjelmoidaan järkevän käytön seurantaohjelma, joka vertaa mittaus suuretta ennen ja jälkeen rehonlähteen. Ohjelma hälyttää mikäli järjestelmässä ilmenee ristiriitaisuuksia esim. lämmityspatterin venttiili TV40 on ohjattu kiinni, mutta silti lämpötila nousee lämmityspatterin jälkeen tai mikäli järjestelmässä ilmenee saman aikaisesti lämmitystä ja jäähdytystä.

Suodattimen paine-eromittauksen PE01 ja PE31 perusteella ohjelmoidaan suodatin- ja hihnavahitihälytykset.

Suodatinvahitihälytys tapahtuu kun suodattimen paine-ero on yli aseteltavan raja-arvon. Hihnavahitihälytys tapahtuu puhaltimen käytössä kun suodattimen paine-ero laskee alle aseteltavan raja-arvon.

Tulo- ja poistopuhaltimen käyttönnit lasketaan. Käyttönnitien saavuttaessa asetellun raja-arvon tulee huoltohälytys. Käyttönnit nollataan paikalliselta käyttölaitteelta.

OHJESÄÄTÖKÄYRÄ 1



5. HÄLYTYSLUOKAT, -VIIVEET JA RAJA-ARVOT

Hälytysluokkaan A kuuluvat lämmityspatterin pumpun PU40 ja ohjelmallisen jäätymisvaaratermostaatin hälytys, tuloilman lämpötilan ylä- ja allämpöhälytys, sekä IV-hätäseishälytys. (kiireelliset)

Hälytysluokkaan C kuuluvat suodatin vahitien hälytykset ja kojeiden käyttönnitihälytykset. (huolto)

Hälytysluokkaan B kuuluvat muut hälytykset. (vika)

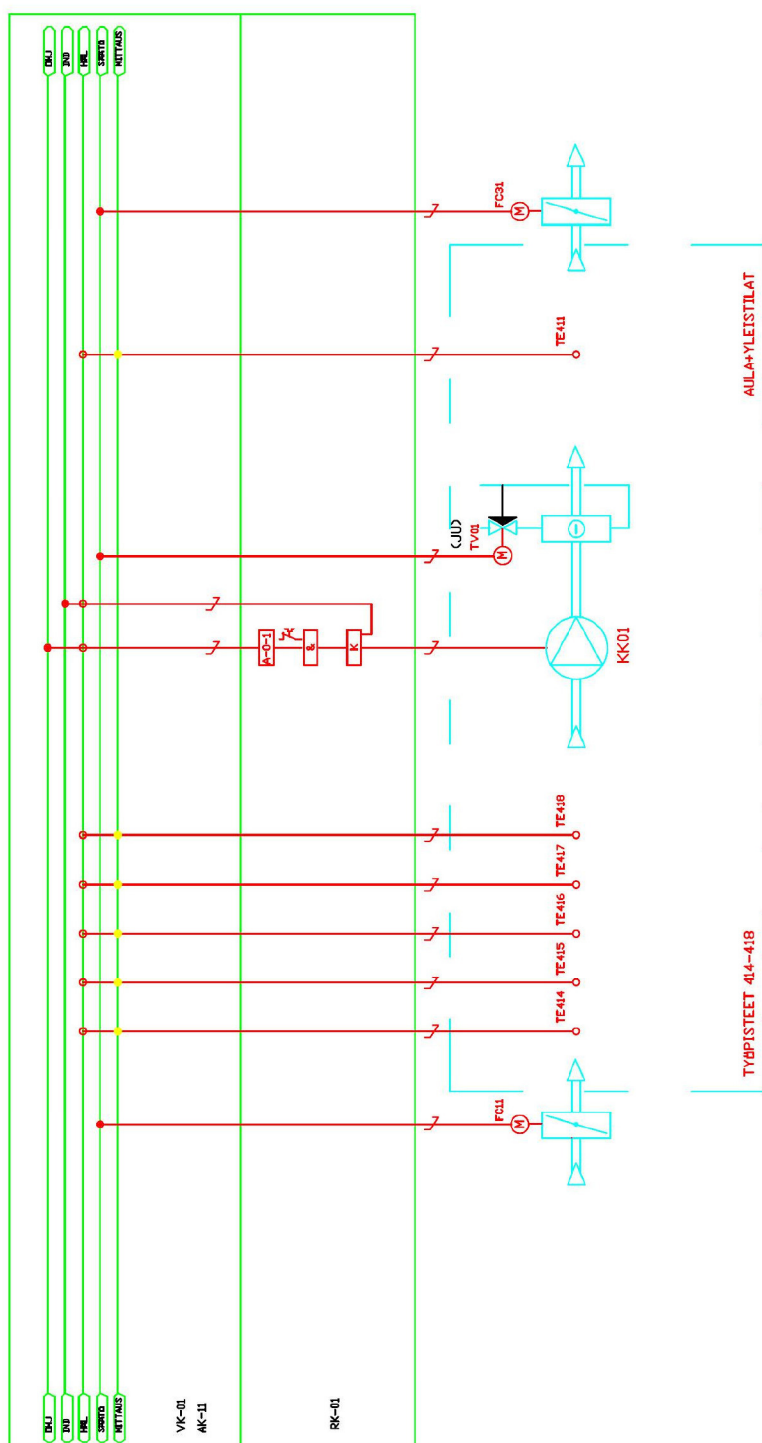
Hälytyksien viiveet:

- Lämmityspatterin pumpun ja ohjelmallinen jäätymisvaaratermostaatti, sekä IV-hätäseis 5 s
- Tuloilman ylä- ja allämpö 10 s
- Säätöpoikkeamahälytykset 600 s
- Kanava- ja huonelämpötilan mittaukset 180 s
- Ristiriitahälytykset 60 s
- Hihnavahiti hälytykset 180 s
- Suodatinvahitihälytykset 300 s

6. RAPORTOINTI

Kaikista mittauksista ja laskemallisista asetusarvoista on tulostettavissa trendi-käyrä 10 vuorokauden ajalta.

Tulo- ja Poistopuhaltimien kuukausittaiset käyttönnit lasketaan ja niistä on tulostettavissa trendi-käyrät kahden vuoden ajalta.



1. KÄYTTÖ

Kiertoilmapuhallinta KK01 ohjataan automaatiokeskuksesta.

2. SÄÄDÖN TOIMINTA

Huoneilman lämpötilojen TE414-TE418 keskiarvo lasketaan. Huoneilman lämpötilojen keskiarvo pidetään pitämällä asetusarvossaan (+22 °C). Lämpötilan noustessa lisätään ilmavirran määrää avaamalla IMS-peltejä FC11/FC31.

Huoneilman lämpötila TE411 pyritään pitämään asetusarvossaan. Huonelämpötilan TE411 asetusarvo on asetettavan erolueen (0...2 °C) suurempi kuin työpisteiden 414-418 huonelämpötilan asetusarvo.
Lämpötilan noustessa käynnistyy kiertoilmapuhallin KK01 ja jäähdytysventtiiliä KK01TV01 avataan.

3. OHJELMALLISET HÄLYTYKSET

Huonelämpötilan mittauksille TE411, TE414-TE418 asetetaan ylä- ja alarajahälytykset.

Kiertoilmapuhaltimen KK01 käyttötunnit lasketaan. Käyttötuntien saavuttaessa asetellun raja-arvon tulee huoltohälytys. Käyttötunnit nollataan paikalliselta käyttölaitteelta.

5. HÄLYTYSLUOKAT, -VIIVEET JA RAJA-ARVOT

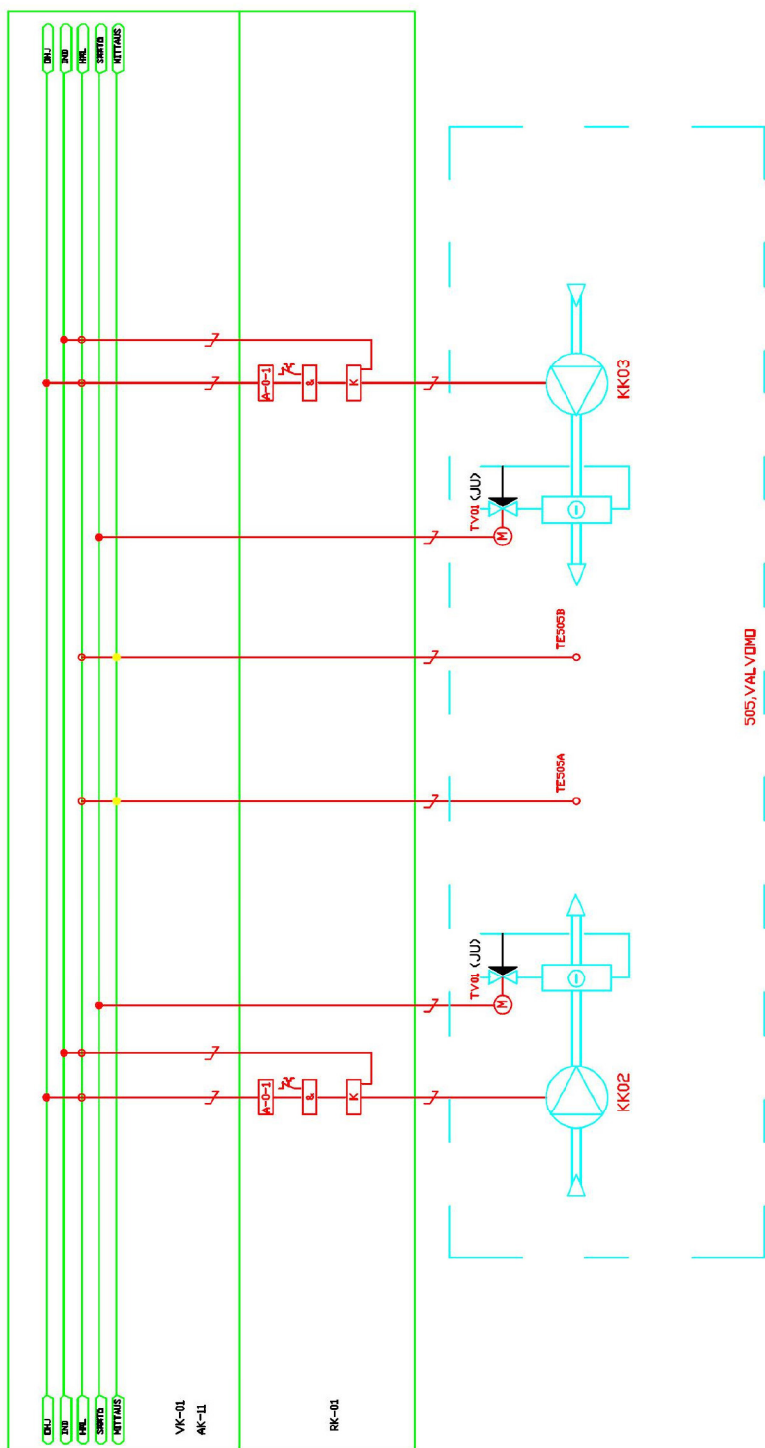
Hälytysluokkaan C kuuluvat kojeiden käyttötuntihälytykset (huolto)
Hälytysluokkaan B kuuluvat muut hälytykset (vika)

Hälytyksien viiveet:
- Lämpötilan mittaukset 180 s

6. RAPORTOINTI

Mittauksesta on tulostettavissa trendi-käyrä 10 vuorokauden ajalta.

Kiertoilmapuhaltimen KK01 kuukausittaiset käyttötunnit lasketaan ja niistä on tulostettavissa trendi-käyrät kahden vuoden ajalta



1. KÄYTTÖ

Kiertoilmapuhaltimet KK02 ja KK03 ohjataan automaatiokeskuksesta.

2. SÄÄDÖN TOIMINTA

Huoneilman lämpötiloista TE505A ja TE505B lasketaan keskiarvo. Huonelämpötilojen keskiarvo pyritään pitämään asetusarvossaan (+22 °C). Lämpötilan nousussa käynnistyy portaassa kiertoilmapuhaltin KK02 ja jäähdytysventtiiliä KK02 TV01 avataan. Lämpötilan edelleen nousussa ja jäähdytysventtiilin KK01 TV01 olessa täysin auki käynnistyy KK03 ja jäähdytysventtiiliä KK03 TV01 avataan.

3. OHJELMALLISET HÄLYTYKSET

Huonelämpötilan mittauksille TE505A ja TE505B asetetaan ylä- ja alarajahälytykset.

Kiertoilmapuhaltimien KK02 ja KK03 käyttötunnit lasketaan. Käyttötuntien saavuttaessa asetellun raja-arvon tulee huoltohälytykset. Käyttötunnit nollataan paikalliselta käyttölaitteelta.

5. HÄLYTYSLUOKAT, -VIIVEET JA RAJA-ARVOT

Hälytysluokkaan C kuuluvat koirien käyttötuntihälytykset (huolto)

Hälytysluokkaan B kuuluvat muut hälytykset (vika)

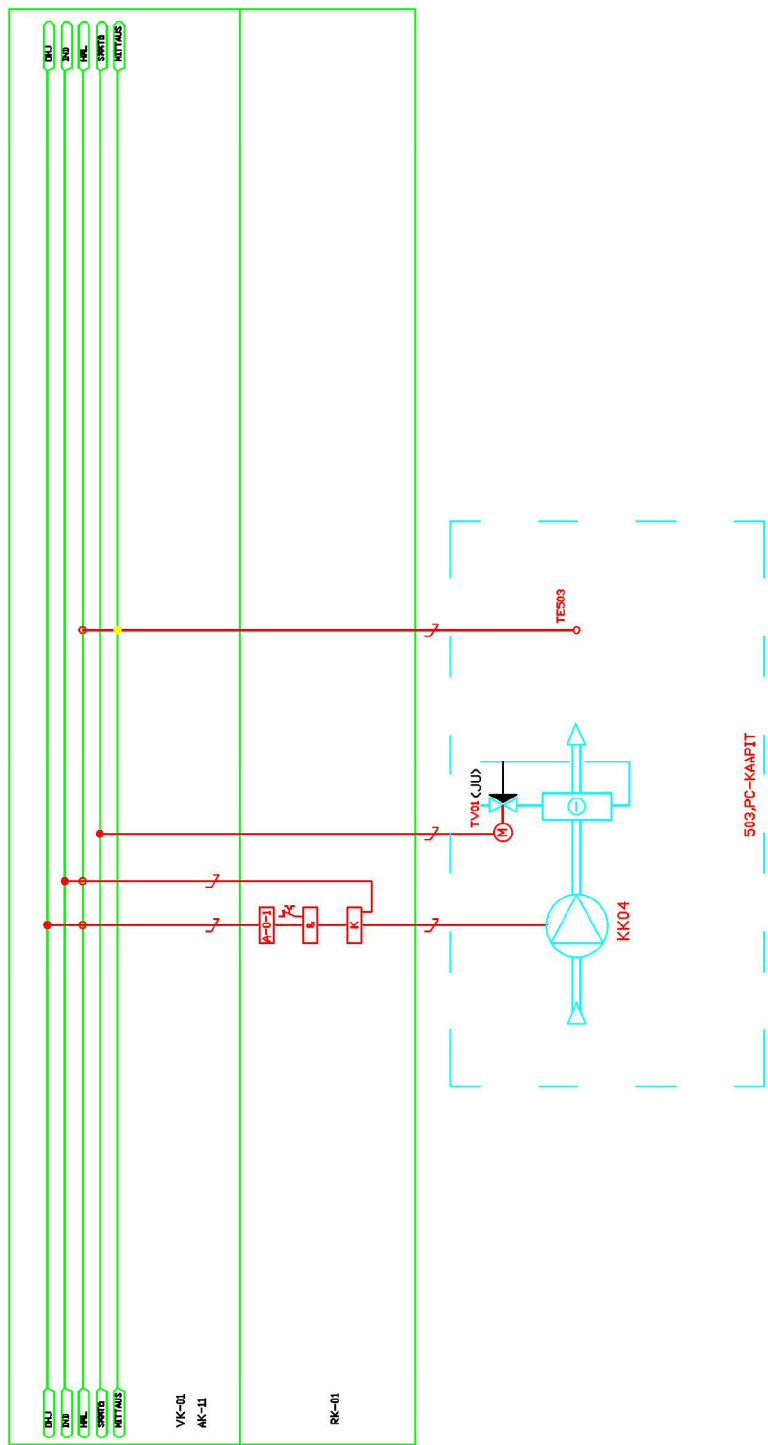
Hälytyksien viiveet:

- Lämpötilan mittaukset 180 s

6. RAPORTOINTI

Mittauksista ja keskiarvosta on tulostettavissa trendi-käyrä 10 vuorokauden ajalta.

Kiertoilmapuhaltimien KK02 ja KK03 kuukausittaiset käyttötunnit lasketaan ja niistä on tulostettavissa trendi-käyrä kahden vuoden ajalta.



1. KÄYTTÖ

Kiertoilmahuuallinta KK04 Ohjataan automaatiokeskuksesta.

2. SÄÄDÖN TOIMINTA

Huoneilman lämpötila TE503 pyritään pitämään asetusarvossaan (+22 °C).
Lämpötilan noustessa käynnistyy kiertoilmahuuallin KK04 ja jäähdytysventtiiliä KK04TV01 avataan.

3. OHJELMALLISET HÄLYTYKSET

Huonelämpötilan mittaukselle TE503 asetetaan ylä- ja alarajahälytykset.

Kiertoilmahuuallimen KK04 käyttöunnit lasketaan. Käyttöuntien saavuttaessa asetellun raja-arvon tulee huoltohälytyt. Käyttöunnit nollataan paikalliselta käyttölaitteelta.

5. HÄLYTYSLUOKAT, -VIIVEET JA RAJA-ARVOT

Hälytysluokkaan C kuuluvat kojeiden käyttöuntihälytykset (huolto)

Hälytysluokkaan B kuuluvat muut hälytykset. (vika)

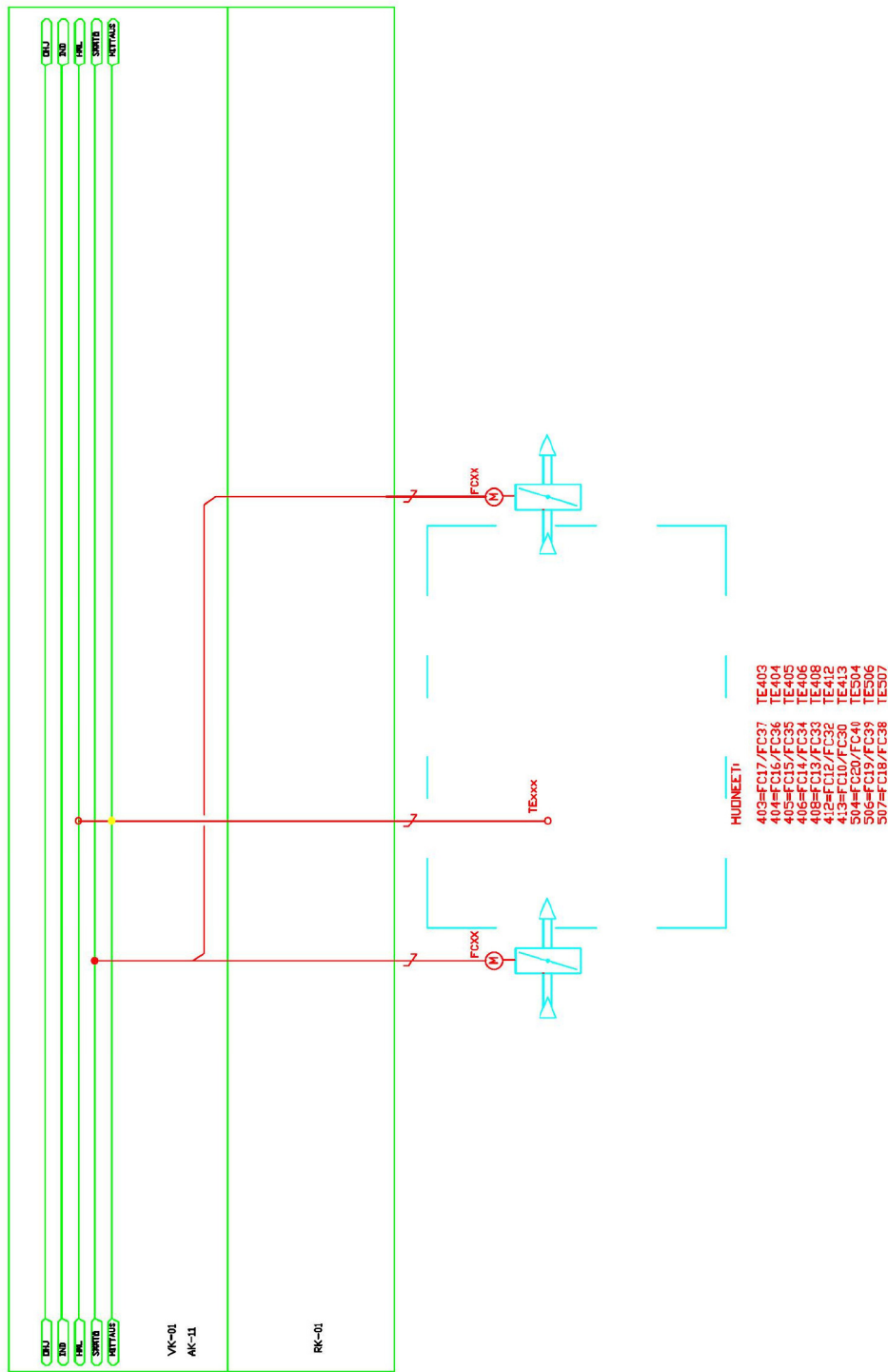
Hälytyksien viiveet:

- Lämpötilan mittaukset 180 s

6. RAPORTOINTI

Mittauksesta on tulostettavissa trendi-käyriä 10 vuorokauden ajalta.

Kiertoilmahuuallimen KK04 kuukausittaiset käyttöunnit lasketaan ja niistä on tulostettavissa trendi-käyriä kahden vuoden ajalta



1. KÄYTTÖ

4. kerroksen tiloille ohjelmoidaan aikaohjelma.

2. SÄÄDÖN TOIMINTA

Normaalitilassa huoneilman lämpötila T_{Exxx} pyritään pitämään asetusarvossaan (+22 °C). Lämpötilan noustessa lisätään ilmavirran määrää avaamalla IMS-pellejä FC1x/FC3x.

Yätkana 4. kerroksen toimistotilojen IMS-pellit ohjataan minimi-ilmamäärälle. Mikäli huonelämpötila T_{Exxx} nousee yli asetettavan ylärajan (+24 °C) ohjataan IMS-pellit maksimi-ilmamäärälle, kunnes lämpötila on jääntynyt asetettavaan arvoon (+22 °C).

3. OHJELMALLISET HÄLYTYKSET

Huonelämpötilan mittauksille asetetaan ylä- ja alarajahälytykset.

5. HÄLYTYSLUOKAT, -VIVEET JA RAJA-ARVOT

Hälytysluokkaan B kuuluvat huonemittaukset hälytykset. (vika)

Hälytyksien viiveet

- Lämpötilan mittaukset 180 s

6. RAPORTOINTI

Mittauksesta on tuotettavissa trendi-käyrä 10 vuorokauden ajalta.

